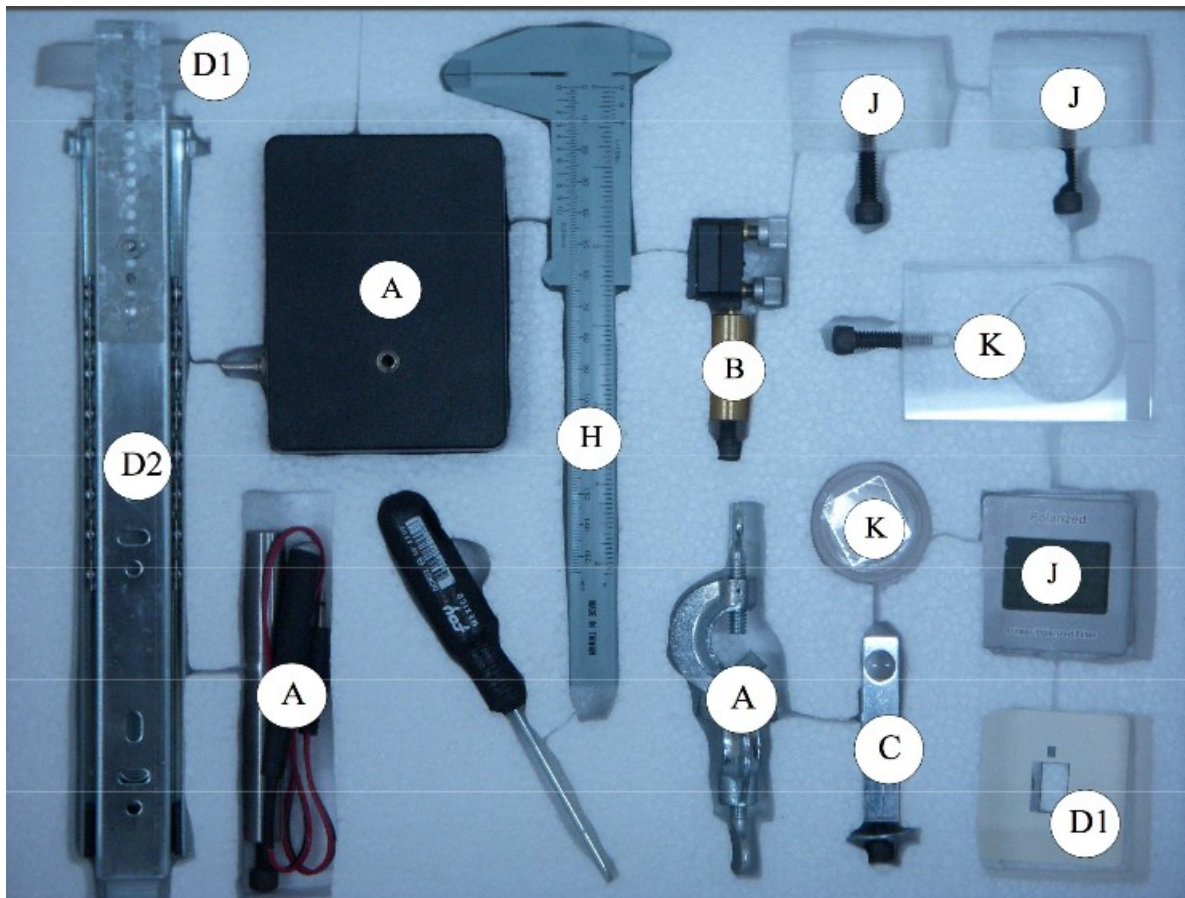


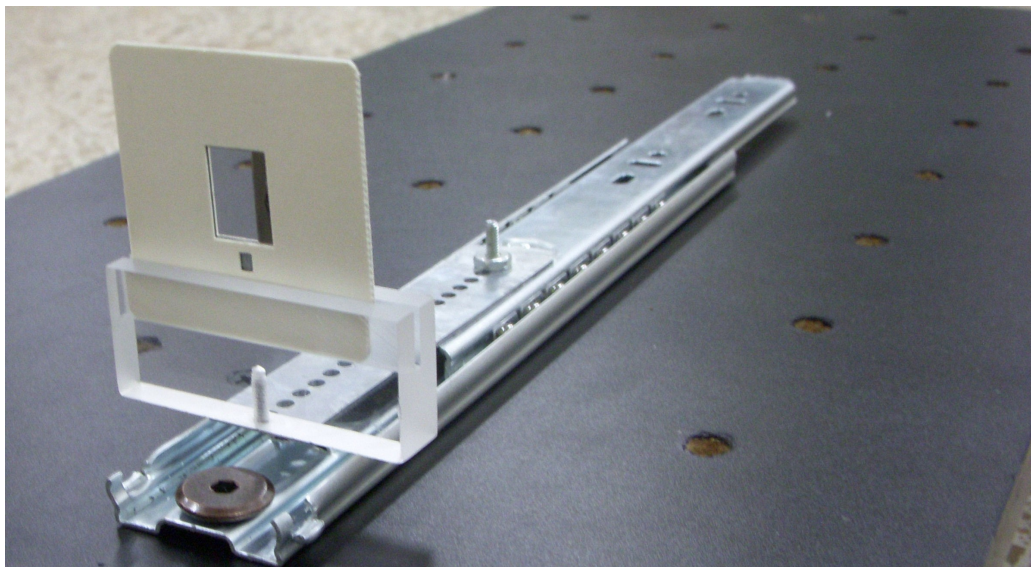
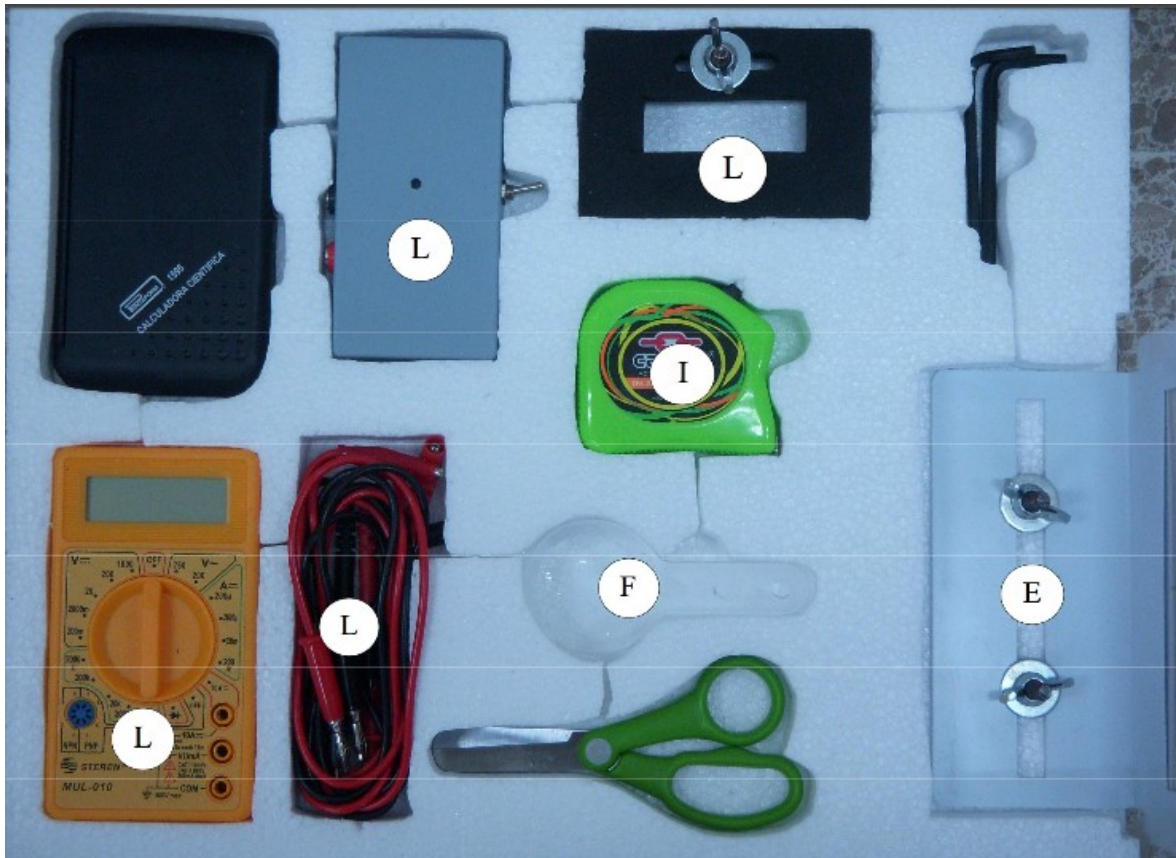
EKSPERIMENTINĖ UŽDUOTIS 1 PUSLAIDININKINIO LAZERIO BANGOS ILGIO NUSTATYMAS

MEDŽIAGOS IR ĮRANGA

Naudojami šie prietaisai:

1. Medinis optinis stalas.
2. Lazeris, jo laikiklis ir energijos šaltinis (žymė A).
3. Veidrodėlis ant sukiojamos kojytės (žymė B).
4. Lęšis su stačiakampiu laikikliu (žymė C).
5. Skutimosi peiliukas viduje skaidrės rėmelio, kuris įtvirtintas plastikiniame stovė (žymė D1) ant slankios atramos (žymė D2).
6. Stebėjimo ekranas su nonijaus skale (1/20 mm) (žymė E).
7. Lupa (žymė F).
8. 30 cm liniuotė (žymė G).
9. Slankmatis (žymė H).
10. Matavimo ruletė (žymė I).

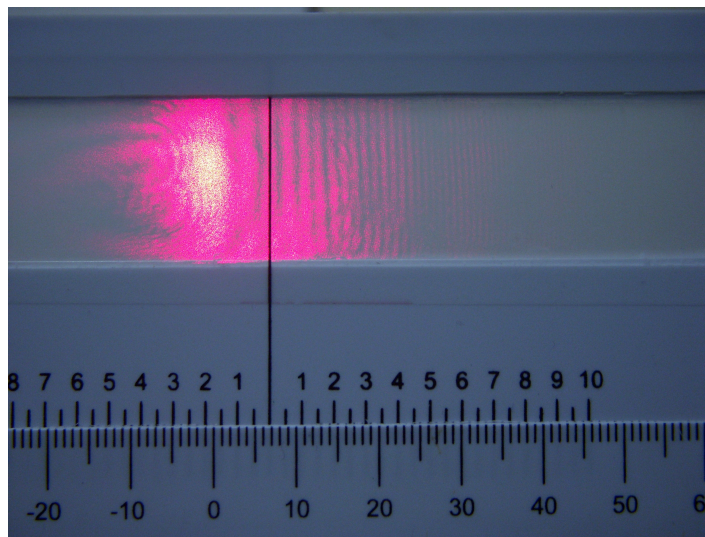




Skutimosi peiliukas viduje skaidrės rėmelio, kuris įtvirtintas plastikiniame stovė (žymė D1) ant slankios atramos (žymė D2).

EKSPERIMENTO APRAŠYMAS

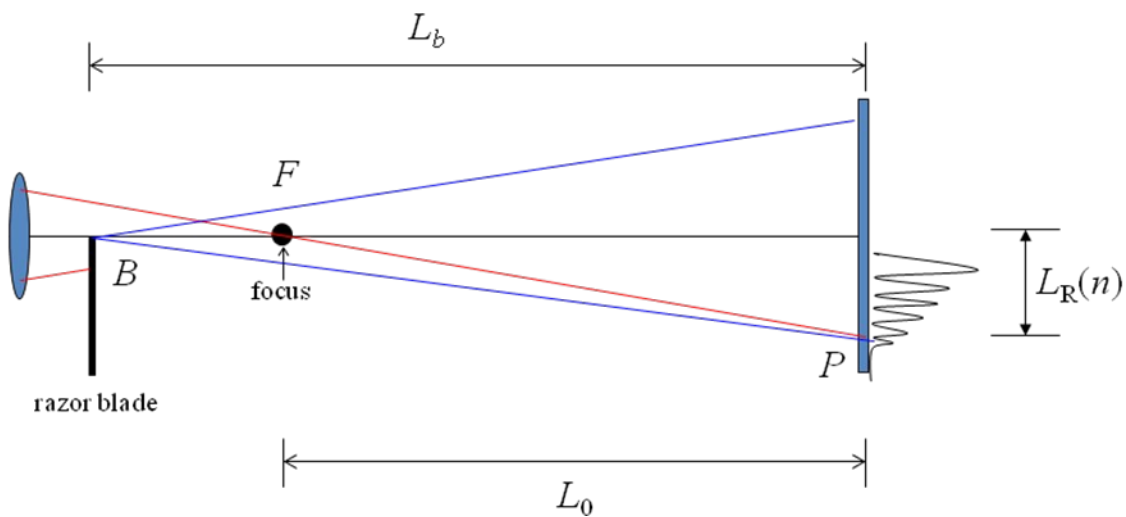
Jums reikia nustatyti puslaidininkinio lazerio spinduliuotės bangos ilgį. Šio eksperimento ypatumas yra tai, kad jame nenaudojami mikrometrinių matmenų elementai (tokie kaip difrakcinė gardelė). Mažiausi matuojami dydžiai yra milimetrų eilės. Bangos ilgis nustatomas pagal difrakcinį vaizdą, gaunamą nuo skutimosi peiliuko krašto.



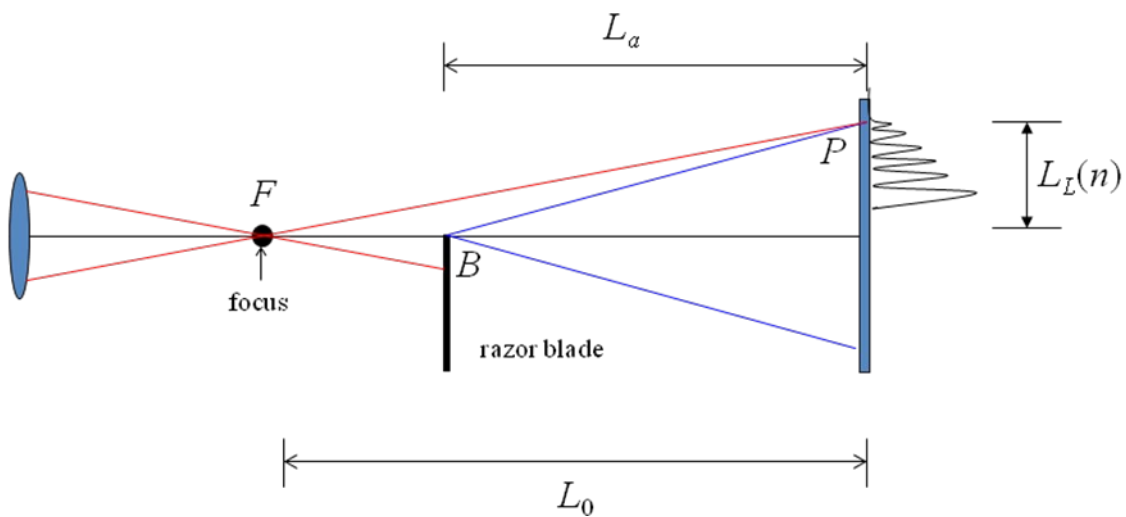
1.1 pav. Tipiškas interferencijos vaizdas

Po to, kai lazerio spindulys atsispindės nuo veidrodžio, jis turi praeiti per lęšį, kurio židinio nuotolis *keli centimetrai*. Galima tarti, kad židinyje susidaro taškinis šviesos šaltinis, skleidžiantis sferines bangas. Po lęšio šviesos kelyje stovi skutimosi peiliukas, iš dalies uždengiantis spindulius. Peiliuko kraštą galima laikyti cilindrinų bangų šaltiniu. Dvi bangos interferuoja sklidimo kryptimi ir duoda interferencinį vaizdą, kurį galima stebėti ekrane. (Žr. 1.1 pav. su intreferenciniu vaizdu).

Yra du atskiri atvejai (Žr. 1.2 pav. ir 1.3 pav.)



1.2 pav. I atvejis. Skutimosi peiliukas *iki* lęšio židinio. Mastelis neišlaikytas. Šiame pav. B yra skutimosi peiliuko kraštas, o F – židiny.

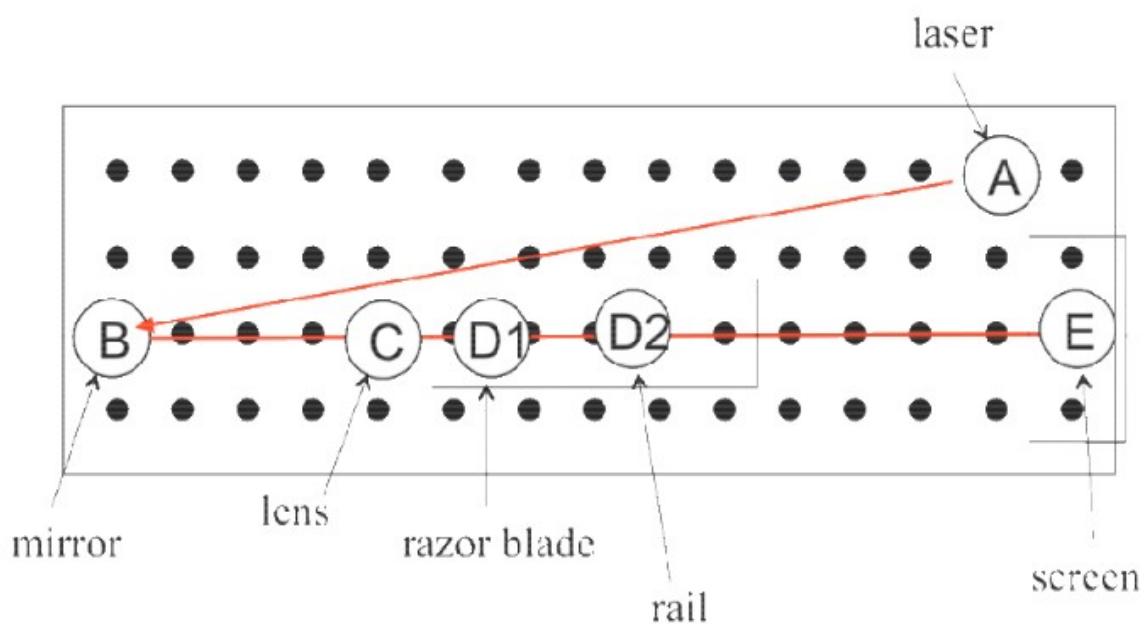


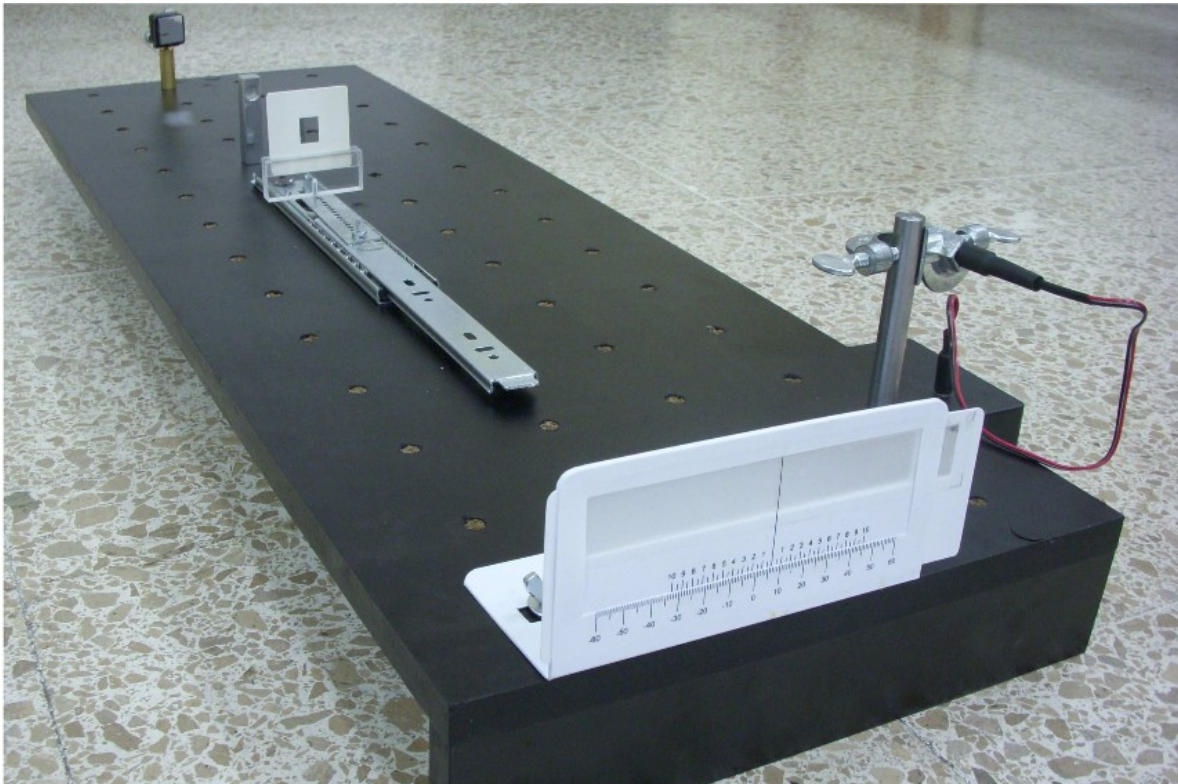
1.3 pav. II atvejis. Skutimosi peiliukas *po* lęšio židinio. Mastelis neišlaikytas. Šiame pav. B yra skutimosi peiliuko kraštas, o F – židiny.

EKSPERIMENTO STENDAS

1.1 užduotis. Eksperimento stendas. Surinkamas eksperimento stendas aprašytiems interferenciniams vaizdams gauti. Atstumas nuo židinio iki ekrano L_0 yra žymiai didesnis už židinio nuotolį.

- Žemiau yra nubraižyta eksperimento stendo schema:





- Aukštis h , kuriuo spindulys nutolęs nuo stalo matavimų metu, yra 5 cm. Matuota liniuote, kurios mažiausia padala yra 1 mm. Užrašykite aukščio h paklaidą.

ĮSPĖJIMAS: Nekreipkite dėmesio į galimas didesnes apskritimo formos dėmes. Jos atsiranda dėl paties puslaidininkinio lazerio.

Skirkite šiek tiek laiko susipažinti su eksperimentiniu stendu. Ant ekrano Jūs turėtumėte pastebėti 10-os ar net didesnės eilės vertikalių interferencinių juostų. Matuojamos **tamsių** juostų padėtys. Galite panaudoti lupą, norėdami aiškiau pamatyti juostų padėtį. **Geriausias būdas stebėti juostas – žiūrėti į jas iš priešingos apšviesto ekrano (E) pusės.** Tuo būdu skalė ekrane turi būti nukreipta išorinės stalo dalies kryptimi. Jei optinių prietaisų išdėstymas teisingas, turėtumėte matyti abu vaizdus (I ir II atvejais) paprasčiausiai slinkdami skutimosi peiliuką (D1) bėgiu (D2).

TEORINĖS PRIELAIIDOS

Žiūrėkite į ankstesnius 1.2 ir 1.3 paveikslus. Yra penki svarbūs ilgiai:

L_0 – atstumas nuo židinio iki ekrano.

L_b – atstumas nuo skutimosi peiliuko iki ekrano, I atvejis.

L_a – atstumas nuo skutimosi peiliuko iki ekrano, II atvejis.

$L_R(n)$ – n -tosios **tamsios** juostos padėtis I atvejui.

$L_L(n)$ – n -tosios **tamsios** juostos padėtis II atvejui.

Pirmoji tamsi juosta tiek I, tiek II atveju yra plačiausia juosta ir atitinka $n = 0$.

Jūsų eksperimente išdėstymas turi būti toks, kad $L_R(n) \ll L_0$, L_b I-u atveju ir $L_L(n) \ll L_0$, L_a II-u atveju.

Bangų interferencija atsiranda dėl skirtingų optinių kelių bangoms, kurios išeina iš vieno erdvės taško. Priklausomai nuo jų fazių skirtumo bangos gali naikinti viena kitą (interferencinis minimumas) ir stebimos tamsios juostos, arba sumuotis (interferencinis maksimumas) ir stebimos šviesios juostos.

Iš detalios šių bangų interferencijos analizės seka **tamsios** juostos atsiradimo sąlyga, kuri I atveju tokia:

$$\Delta_1(n) = \left(n + \frac{5}{8} \right) \lambda, \quad \text{čia } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.1)$$

II atveju ši sąlyga tokia:

$$\Delta_{II}(n) = \left(n + \frac{7}{8} \right) \lambda, \quad \text{čia } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.2.)$$

λ - lazerio šviesos spinduliuotės bangos ilgis, o Δ_I ir Δ_{II} – atitinkamai optinių kelių skirtumas kiekvienam atvejui.

I atveju optinių kelių skirtumas

$$\Delta_I(n) = (BF + FP) - BP \quad \text{kiekvienam } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.3)$$

II atveju

$$\Delta_{II}(n) = (FB + BP) - FP \quad \text{kiekvienam } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.4)$$

1.2 klausimas. Optinių kelių skirtumo išraiška.

Tarus, kad $L_R(n) \ll L_0$, L_b I-u atveju ir $L_L(n) \ll L_0$, L_a II-u atveju, (1.3) ir (1.4) lygtyse, raskite apytikrę išraišką $\Delta_I(n)$ ir $\Delta_{II}(n)$ per ilgius L_0 , L_b , L_a , $L_R(n)$ ir $L_L(n)$. Jums gali praversti apytikslė lygybė $(1+x)^r \approx 1+rx$, jei $x \ll 1$.

Sunkumas eksperimente su ankstesnėmis lygtimis yra tas, kad ilgiai L_0 , $L_R(n)$ ir $L_L(n)$ negali būti tiksliai išmatuoti. Pirmasis ilgis – dėl to, kad nelengva surasti lęšio židinio padėtį, o kiti du – dėl to, kad atskaitos tašką sunku surasti dėl netikslaus optinių elementų išdėstymo.

Norėdami išspręsti sunkumus su $L_R(n)$ ir $L_L(n)$, pirmiausia parinkite ekrano (ŽYMĖ E) skalės nulį (0) kaip koordinatinių atskaitos tašką visiems juostų padėties matavimams. Tegul l_{0R} ir l_{0L} – yra (nežinomos) padėties, nuo kurių $L_R(n)$ ir $L_L(n)$ yra apibrėžiami. Tegul $l_R(n)$ ir $l_L(n)$ yra juostų padėties, kurias matuojate nuo Jūsų pasirinkto koordinatinių atskaitos taško. Tada

$$L_R(n) = l_R(n) - l_{0R} \quad \text{ir} \quad L_L(n) = l_L(n) - l_{0L} \quad (1.5)$$

EKSPERIMENTO ATLIKIMAS. DUOMENŲ ANALIZĖ

1.3 klausimas. Tamsių juostų padėčių ir skutimosi peiliuko padėties matavimas.

- Abejais atvejais (I ir II) išmatuojamos tamsių juostų padėtys $l_R(n)$ ir $l_L(n)$ kaip juostų numerio n funkcijos. Matavimų rezultatai užrašyti į I lentelę:

Lentelė I		
n	$(l_R(n) \pm 0.1) / \text{mm}$	$(l_L(n) \pm 0.1) / \text{mm}$
0	-7.5	1.1
1	-10.1	3.7
2	-12.4	6.4
3	-14.0	8.2
4	-15.6	10.0
5	-17.2	11.4
6	-18.4	12.2
7	-19.7	
8	-20.7	
9	-22.0	
10	-23.0	
11	-24.1	

- Peiliuko padėtys matuojamos centimetrine juosta, kurios padalos vertė yra 1mm. $L_a = 653 \text{ mm}$, $L_b = 628 \text{ mm}$. Įvertinkite jų paklaidas.
- **DĖMESIO:** siekdami supaprastinti analizę ir padidinti tikslumą, *tiesiogiai* išmatuojame atstumą $d = L_b - L_a$ didesniu tikslumu, negu L_b ir L_a . Todėl matuojame slankmačiu: $d = (24.6 \pm 0.1) \text{ mm}$.

1.4 klausimas. Duomenų analizė. Naudodami ankščiau gautas vertes, jūs galite rasti L_0 , l_{0R} bei l_{0L} ir, aišku, bangos ilgį λ .

- Pasiūlykite būdą gauti šias vertes. Užrašykite reikalingas lygybes ir/arba lygtis.
- Įtraukite paklaidų analizę. Galite panaudoti I lentelę arba kitokią lentelę rezultatams pateikti. Lentelių stulpeliai privalo turėti aiškius pavadinimus su vienetais.
- Grafiškai pavaizduokite analizuojamus dydžius. Naudokite milimetrinį popierių.
- Užrašykite apskaičiuotas l_{0R} ir l_{0L} vertes bei jų paklaidas.

1.5 klausimas. λ apskaičiavimas. Užrašykite apskaičiuotą λ vertę. Įtraukite jos paklaidą ir jos gavimo analizę. **DĖMESIO:** λ išraiškoje visur vietoje $(L_b - L_a)$ rašykite d ir naudokite išmatuotą jo vertę.

EKSPERIMENTINĖ UŽDUOTIS 2 ŠVIESOS DVIGUBO LŪŽIO TYRIMAS ŽĖRUTYJE

Šiame eksperimente jums reikia iširti žėručio dvigubo šviesos lūžio efektą. (Žėrutis - tai kristalinė medžiaga dažnai naudojama poliarizuojančiuose optinėse elementuose.)

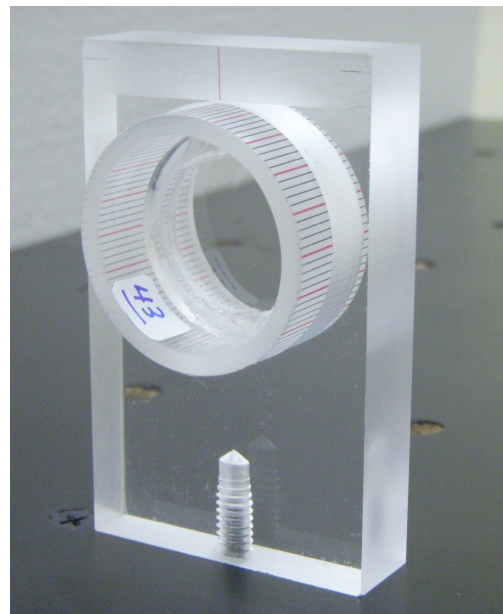
MEDŽIAGOS IR ĮRANGA

Be elementų 1), 2) ir 3), aprašytų anksčiau, yra naudojami šie prietaisai:

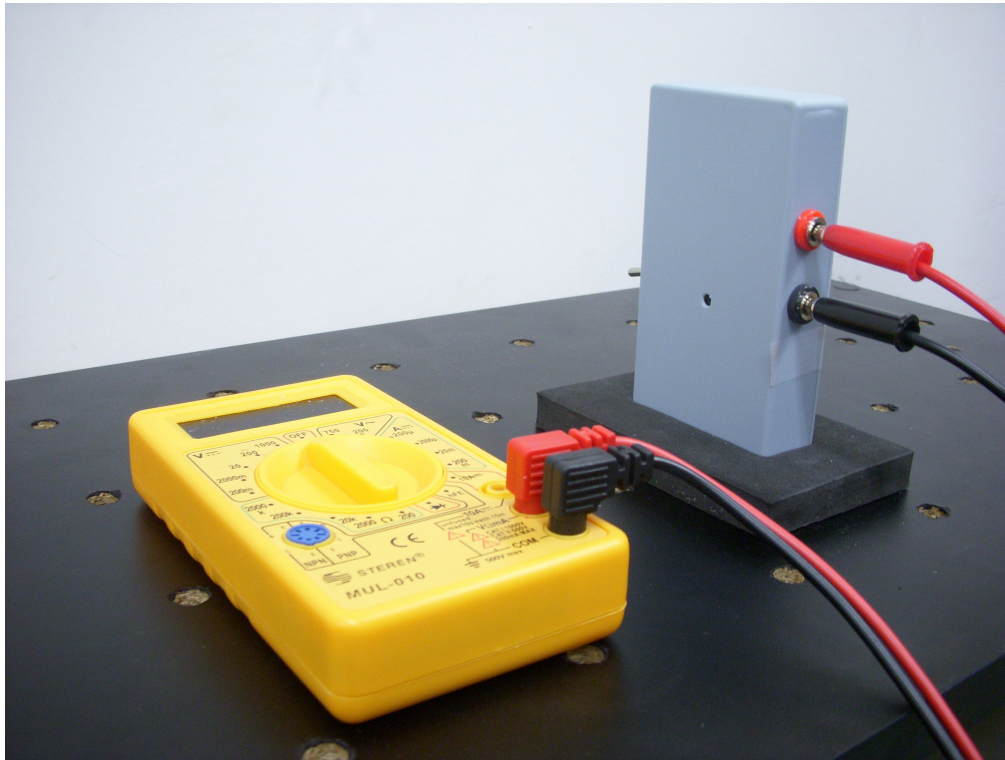
- 14) Du plėveliniai poliarizatoriai skaidrių rėmeliuose, kurie įtvirtinti plastikiniuose stovuose (žymė J).
 - 15) Plona žėručio plokštelė, įtvirtinta plastikinio cilindro su nesugraduota skale centre (žymė K).
- Fotoimtuvas plastikinėje dėžutėje, jungiamieji laidai, minkšta atrama ir multimetras fotoimtuvo įtampai matuoti (žymė L).



Plėvelinis poliarizatorius skaidrės rėmelyje, įtvirtintas plastikiniame stove (žymė J).



Plona žėručio plokštelė, įtvirtinta plastikinio cilindro su nesugraduota skale centre (žymė K).

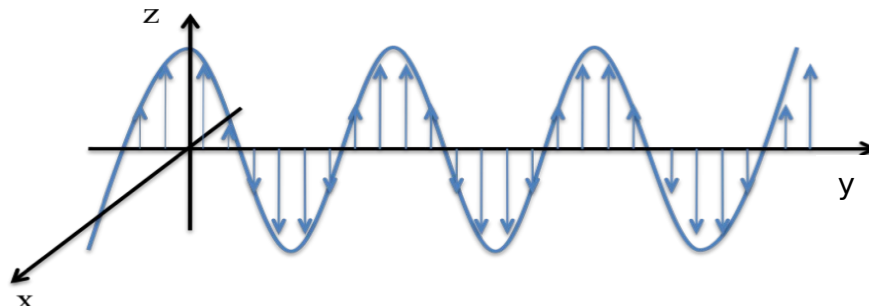


Fotoimtuvas plastikinėje dėžutėje, jungiamieji laidai, minkšta atrama ir multimetras fotoimtuvo įtampai matuoti (žymė L).

REIŠKINIO APRAŠYMAS

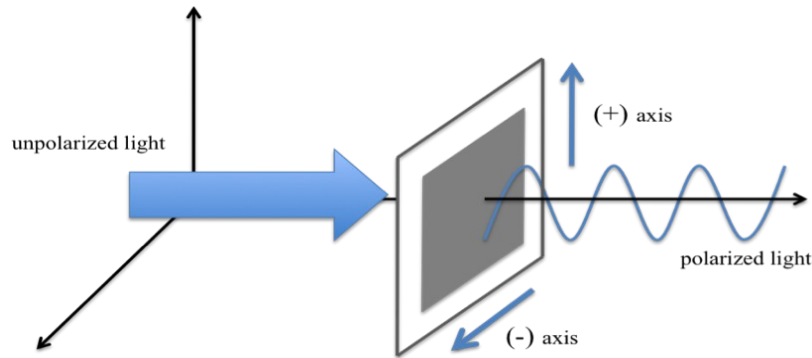
Šviesa – tai skersinės elektromagnetinės bangos. Jų elektrinis vektorius guli plokštumoje, statmenoje sklidimo kryptčiai.

Jeigu elektrinio lauko vektorius osciliuoja visą laiką *toje pačioje plokštumoje* (išilgai tos pačios teisės), sakoma, kad šviesa yra tiesiškai poliarizuota arba tiesiog poliarizuota. Žr. 2.1 pav.



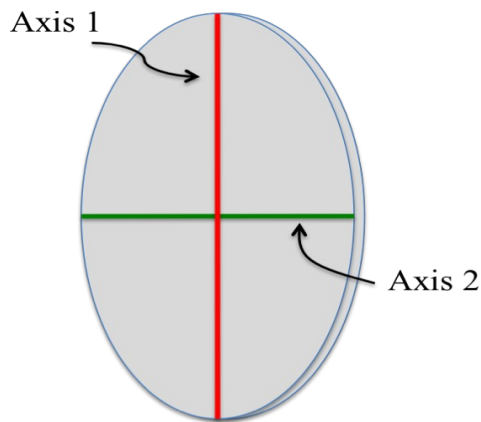
2.1 pav. Banga, plintanti išilgai y-ašies ir poliarizuota išilgai z-ašies.

Plėvelinis poliarizatorius (arba tiesiog poliarizatorius) – tai medžiaga su išskirta ašimi jo plokštumoje. Šviesa, praėjusi poliarizatorių, yra poliarizuota išilgai šios ašies. Pažymėsime šią ašį kaip (+), o jai statmeną ir taip pat gulinčią poliarizatoriaus plokštumoje – kaip (-).



2.2 pav. Nepoliarizuota šviesa, krentanti statmenai poliarizatoriui. Praėjusi poliarizatorių šviesa yra poliarizuota išilgai poliarizacijos ašies (+). Unpolarized light – nepoliarizuota šviesa, polarized light – poliarizuota šviesa, (+) axis – (+) ašis, (-) axis – (-) ašis.

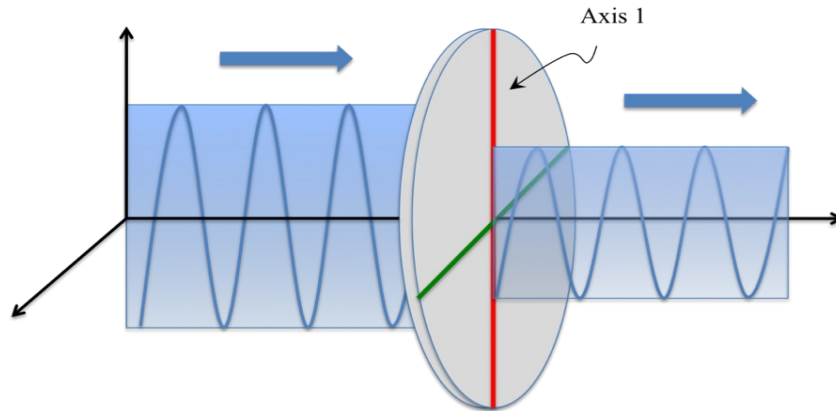
Įprastinės medžiagos, tokios kaip langų stiklas, nekeičia šviesos poliarizacijos, nes jų lūžio rodiklis nepriklauso nei nuo šviesos sklaidimo krypties, nei nuo krentančios šviesos poliarizacijos. Tačiau daugelis kristalų, taip pat ir žėrutis, reaguoja į elektrinio lauko kryptį. Plintant šviesai, statmenai žėručio plokštelės paviršiumi, žėrutis turi dvi būdingas ašis, kurias pavadinsime Ašis 1 ir Ašis 2. Su jomis yra susijęs šviesos dvigubas lūžis žėrutyje.



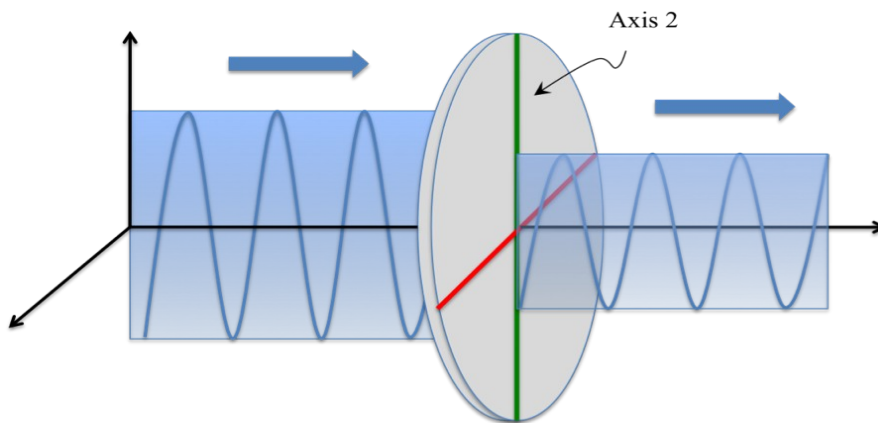
2.3 pav. Plonas žėručio sluoksnis su dviem optinėmis ašimis. Ašis 1 (raudona) ir Ašis 2 (žalia). Axis 1 – Ašis 1, Axis 2 – Ašis 2.

Išanalizuosime du paprastus dvigubo lūžio pavyzdžius. Tarkime, kad šviesa yra **poliarizuota vertikaliai** ir krenta statmenai į ploną žėručio plokštelę.

1 atvejis. Ašis 1 arba Ašis 2 lygiagreti krentančios šviesos poliarizacijai. Išėjusi banga poliarizuota taip pat, kaip ir kritusi, bet šviesos sklaidimas žėrutyje vyksta taip, tartum medžiagos lūžio rodiklis būtų n_1 arba n_2 . Žr. 2.4 ir 2.5 pav.

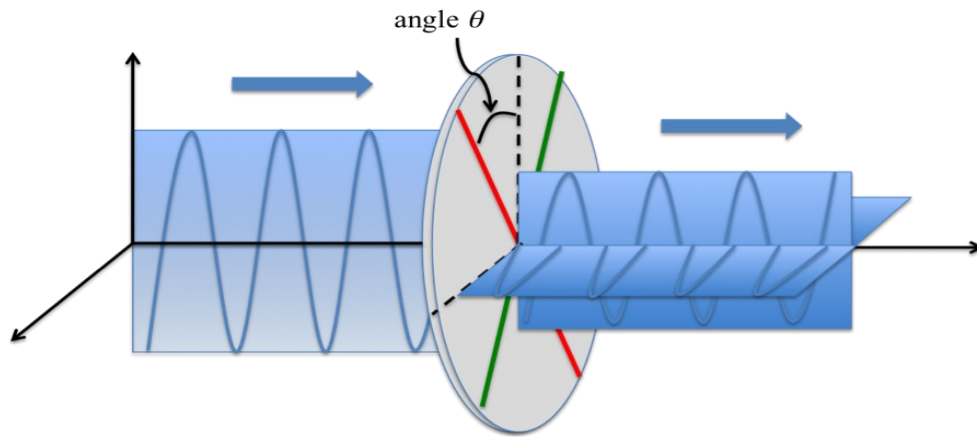


2.4 pav. Ašis 1 lygiagreti krentančios šviesos poliarizacijai. Lūžio rodiklis n_1 .



2.5 pav. Ašis 2 lygiagreti krentančios šviesos poliarizacijai. Lūžio rodiklis n_2 .

2 atvejis. Ašis 1 sudaro kampą θ su krentančios šviesos poliarizacijos kryptimi. Praėjusi šviesa turi sudėtingesnę poliarizaciją. Bangą galima nagrinėti kaip dviejų bangų *superpoziciją*: viena banga poliarizuota **lygiagrečiai** pradinės šviesos poliarizacijai (t. y. „vertikaliai“), o kita – **statmenai** (t. y. „horizontaliai“),.



2.6 pav. Ašis 1 sudaro kampą θ su krentančios šviesos poliarizacijos kryptimi.

Praėjusios šviesos, poliarizuotos lygiagrečiai pradinės šviesos poliarizacijai, intensyvumą pavadinsime I_p , o praėjusios šviesos, poliarizuotos statmenai krentančiai šviesai, intensyvumą pavadinsime I_o . Šie intensyvumai priklauso nuo kampo θ , šviesos bangos ilgio λ , bandinio storio L ir lūžio rodiklių skirtumo modulio $|n_1 - n_2|$. Pastarasis dydis vadinamas medžiagos „dvigubu lūžiu“. Šio dydžio matavimas ir yra darbo tikslas.

Atkreipkite dėmesį, kad fotoimtuvas matuoja šviesos intensyvumą nepriklausomai nuo šviesos poliarizacijos.

Intensyvumų $I_p(\theta)$ ir $I_o(\theta)$ priklausomybės nuo θ darosi sudėtingesnės dėl efektų, į kuriuos neatsižvelgta (tarp jų – šviesos sugertis žėrutyje). Tačiau galima gauti paprastas apytiksles išraiškas normalizuotiems intensyvumams $\bar{I}_p(\theta)$ ir $\bar{I}_o(\theta)$, apibrėžiamiems tokiu būdu:

$$\bar{I}_p(\theta) = \frac{I_p(\theta)}{I_p(\theta) + I_o(\theta)} \quad (2.1)$$

ir

$$\bar{I}_o(\theta) = \frac{I_o(\theta)}{I_p(\theta) + I_o(\theta)}. \quad (2.2)$$

Galima parodyti, kad normalizuoti intensyvumai apytiksliai lygūs

$$\bar{I}_p(\theta) = 1 - \frac{1}{2}(1 - \cos \Delta\phi) \sin^2(2\theta) \quad (2.3)$$

ir

$$\bar{I}_p(\theta) = \frac{1}{2}(1 - \cos \Delta\phi) \sin^2(2\theta). \quad (2.4)$$

Čia $\Delta\phi$ – fazių skirtumas tarp lygiagrečiai ir statmenai poliarizuotų praėjusių bangų. Jo dydis

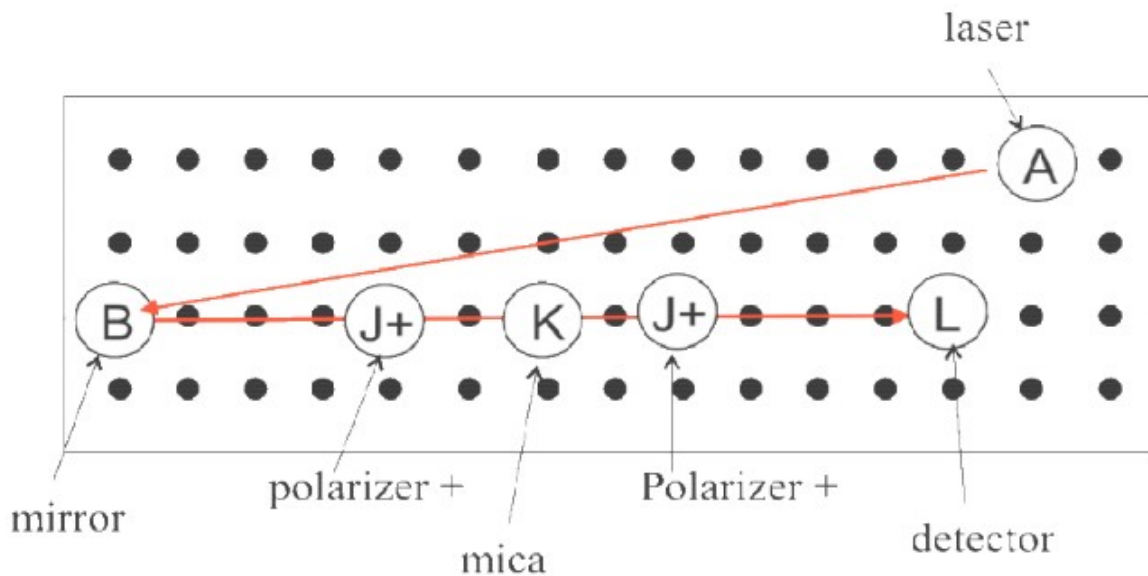
$$\Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda} |n_1 - n_2| \quad (2.5)$$

Čia L – žėručio plokštelės storis, λ – šviesos bangos ilgis, o $|n_1 - n_2|$ - „dvigubas lūžis“.

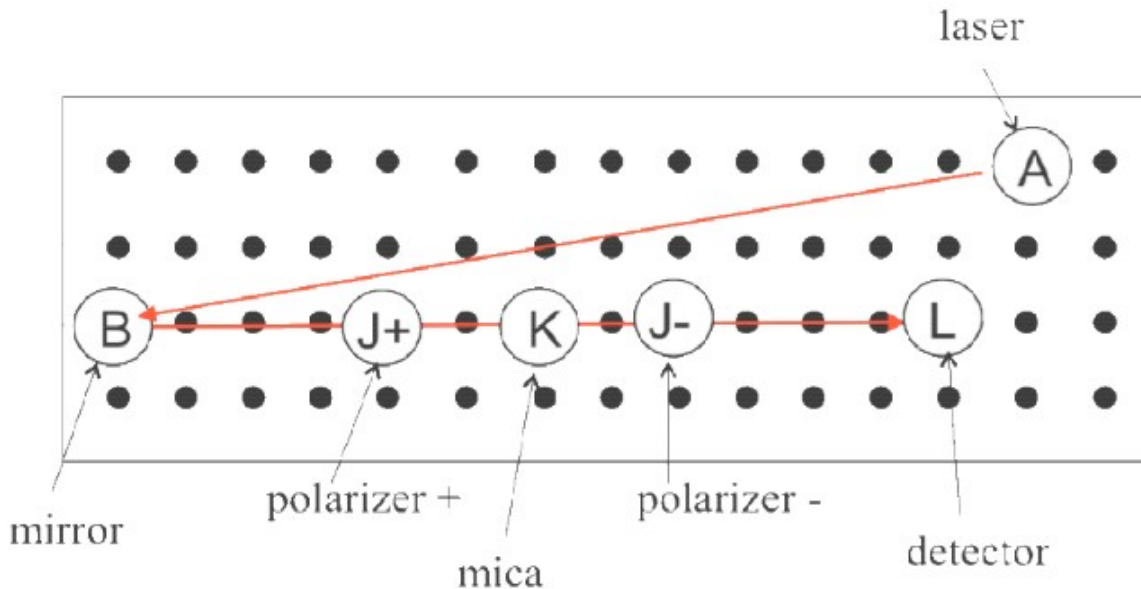
EKSPERIMENTO STENDAS

2.1 klausimas. Eksperimento stendas intensyvumo matavimams. Surenkame praėjusios bangos intensyvumą I_p ir I_o kaip kampo θ , atskaitomo nuo bet kokios optinės ašies, funkcijos matavimų eksperimento stendą, kaip parodyta 2.6 pav. Stendai atrodo taip:

2.1 a) klausimas. Stendas I_p matavimui („mica“ - žėrutis):



2.1 b) klausimas. Stendas I_0 matavimui:



Lazerio spindulio sulygiavimas. Sulygiuokite lazerio spindulį taip, kad jis būtų lygiagretus stalui ir kristų į cilindro, laikančio žerutį, centrą. Tiksliai sulygiuoti galite, pasinaudodami judamu veidrodžiu.

Fotoimtuvas ir multimetras. Fotoimtuvas kuria įtampą, kai į jį patenka šviesa. Šią įtampą matuokite duotu multimetru. Kuriamą įtampą tiesiškai proporcinga šviesos intensyvumui. Tuo būdu intensyvumą matuokite fotoimtuvo kuriamos įtampos vienetais. Jei lazeris išjungtas, detektorius matuoja tam tikrą foną. Jis yra ne didesnis už 1 mV. Savo matavimus į šį foną *nekreipkite dėmesio*.

DĖMESIO: Lazerio spindulys yra dalinai poliarizuotas, bet nežinoma, kuria kryptimi. Todėl norėdami pasiekti didžiausią intensyvumą pastatykite poliarizatorių (+) arba (-) ašimis vertikaliai taip, kad pasiektumėte didžiausią praėjusios šviesos intensyvumą nesant jokiems papildomiems elementams spindulio kelyje.

INTENSYVUMŲ MATAVIMAS

2.2 klausimas. Kampo matavimo skalės nustatymas. Cilindras, kuriame įtvirtintas žėrutis, turi tolygiai sudalintą skalę kampui matuoti. Mažiausios padalos vertė yra 3.6 laipsnių.

Apytikris kampo θ nulio radimas ir/arba optinių ašių padėties radimas. Analizės palengvinimui labai svarbu surasti kampų atskaitos nulį. Siūloma pirmiausia nustatyti vieną iš optinių ašių ir pavadinti Ašimi 1. Greičiausiai šios ašies padėtis nesutaps su cilindro žyme (cilindro, kuris supa žėrutį ir skirtas kampui matuoti). Todėl atskaitos pradžia pasirenkame arčiausiai Ašies 1 esančią žėručio cilindro žymę. Pavadinkime kampus, matuojamus nuo šios atskaitymų pradžios, $\bar{\theta}$. Toliau Jums reikės pateikti tikslesnę θ nulio padėtį.

2.3 klausimas. I_p ir I_o matavimas. Išmatuojame intensyvumus I_p ir I_o tokiam skaičiui kampų $\bar{\theta}$, kokiam, mums atrodo, tai reikalinga atlikti. Stengiamės matuoti I_p ir I_o tiems žėručio cilindro kampų rinkiniams. Matavimų duomenys yra lentelėje I:

LENTELĖ 1

$\bar{\theta}$ (degrees)	$(I_p \pm 1) \times 10^{-3}$ V	$(I_o \pm 1) \times 10^{-3}$ V
-3.6	46.4	1.1
0	48.1	0.2
3.6	47.0	0.6
7.2	46.0	2.0
10.8	42.3	4.9
14.4	38.2	9.0
18.0	33.9	12.5
21.6	27.7	17.9
25.2	23.4	22.0
28.8	17.8	27.0

32.4	12.5	31.7
36.0	8.8	34.8
39.6	5.2	38.0
43.2	3.6	39.4
46.8	3.2	39.6
50.4	4.5	38.7
54.0	6.9	36.6
57.6	10.3	33.6
61.2	14.7	29.4
64.8	20.1	24.7
68.4	25.4	19.7
72.0	30.5	14.7
75.6	36.6	10.2
79.2	40.7	6.1
82.8	44.3	3.2
86.4	46.9	1.0
90.0	47.8	0.2
93.6	47.0	0.4
97.2	45.7	2.0

2.4 klausimas. Tinkamos nulio reikšmės radimas kampui θ . Ašies 1 padėtis nusako ir kampo θ nulį. Kaip minėta anksčiau, greičiausiai šios ašies padėtis nesutaps su žėručio cilindro žyme. Norėdami surasti kampų nulį, tai galite atlikti grafiškai arba skaitmeniškai. Atkreipkite dėmesį, kad netoli maksimumo arba minimumo ryšys gali būti aproksimuotas parabole

$$I(\bar{\theta}) \approx a\bar{\theta}^2 + b\bar{\theta} + c$$

Parabolės minimumas arba maksimumas nusakomas taip:

$$\bar{\theta}_m = -\frac{b}{2a}.$$

Bet kuris iš pateiktų būdų leidžia nustatyti poslinkį $\delta\bar{\theta}$ visiems $\bar{\theta}$ iš 2.3 klausimo I lentelės. Dabar kampai θ gali būti gauti nuo tikros nulio vertės $\theta = \bar{\theta} + \delta\bar{\theta}$. Užrašykite poslinkio $\delta\bar{\theta}$ vertę laipsniais.

DUOMENŲ ANALIZĖ

2.5 klausimas. Tinkamų kintamųjų parinkimas. Pasirinkite $\bar{I}_p(\theta)$ arba $\bar{I}_o(\theta)$ tam, kad rastumėte fazių skirtumą $\Delta\phi$. Nurodykite kintamuosius Jūsų pasirinktam atvejui.

2.6 klausimas. Duomenų analizė ir fazių skirtumas.

- II lentelėje surašykite kintamųjų vertes analizei. Įsitikinkite, kad naudojate teisingus (sukoreguotus) kampo θ dydžius. Pateikite paklaidas ir formules joms apskaičiuoti. Pateikite grafiką milimetriniame popieriuje.
- Atlikite duomenų analizę, reikalingą fazių skirtumui $\Delta\phi$ apskaičiuoti. Pateikite rezultatus nurodydami paklaidas. Užrašykite formules, kurias naudojote analizėje. Pateikite grafiką.
- Apskaičiuokite fazių skirtumo $\Delta\phi$ vertę radianais, taip pat ir jos paklaidą. Raskite fazių skirtumą intervale $[0, \pi]$. Užrašykite formules, kurias naudojote apskaičiuodami paklaidas.

2.7 klausimas. „Dvigubo lūžio“ $|n_1 - n_2|$ skaičiavimas. Atminkite, kad prie fazių skirtumo $\Delta\phi$ pridėjus $2\pi N$ arba pakeitus fazės ženklą, intensyvumo vertės nesikeičia. Tačiau „dvigubo lūžio“ $|n_1 - n_2|$ vertė pakinta. Taigi, naudodami $\Delta\phi$ vertę, rastą 2.6 klausime, ir norėdami teisingai apskaičiuoti „dvigubą lūžį“, Jūs turite atsižvelgti į:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda} |n_1 - n_2|, \quad \text{jei} \quad L < 82 \times 10^{-6} \text{ m}$$

arba

$$2\pi - \Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda} |n_1 - n_2|, \quad \text{jei} \quad L > 82 \times 10^{-6} \text{ m},$$

Čia L – žėručio plokštelės storis, nurodytas ant cilindrinio laikiklio. Šis dydis duotas mikrometrais (1 mikrometras = 10^{-6} m). Storio L paklaida 1×10^{-6} m. Mūsų naudojamas bandinys yra $L = 100$ mikrometrų storio. Lazerio spinduliuotės bangos ilgio vertė gali būti panaudota iš 1 užduoties, kurioje ją suradote, arba vidutinė vertė iš intervalo tarp 620×10^{-9} m ir 750×10^{-9} m, kuris atitinka raudonos šviesos ribas. Užrašykite L ir λ vertes su paklaidomis, o taip pat $|n_1 - n_2|$ su jos paklaida. Nurodykite formules, kurias naudojote paklaidų skaičiavimui.